

Docket No.: 50212-548

**PATENT**

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of	:	Customer Number: 20277
	:	
Masahiro SATO	:	Confirmation Number:
	:	
Serial No.:	:	Group Art Unit:
	:	
Filed: October 30, 2003	:	Examiner:
	:	
For: OPTICAL MODULE	:	

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:  
**Japanese Patent Application No. 2002-316292, filed October 30, 2002**

A Certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY



Stephen A. Becker  
Registration No. 26,527

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 SAB:prg  
Facsimile: (202) 756-8087  
**Date: October 30, 2003**

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

50212-548  
Sato  
October 30, 2003

*McDermott, Will & Emery*

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年10月30日

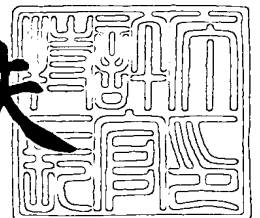
出願番号  
Application Number: 特願2002-316292  
[ST. 10/C]: [JP 2002-316292]

出願人  
Applicant(s): 住友電気工業株式会社

2003年 7月29日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2003-3060355

【書類名】 特許願

【整理番号】 101Y0634

【提出日】 平成14年10月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 6/42

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市栄区田谷町 1 番地 住友電気工業株式会  
社横浜製作所内

【氏名】 佐藤 正啓

【特許出願人】

【識別番号】 000002130

【氏名又は名称】 住友電気工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【選任した代理人】

【識別番号】 100110582

【弁理士】

【氏名又は名称】 柴田 昌聰

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108257

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 近藤 伊知良

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0106993

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光モジュール

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の面及び第 2 の面を有する半導体発光デバイスと、  
前記半導体発光デバイスの前記第 1 の面に光学的に結合された光入射面と、該入射面に入射した光が出射する光出射面とを有する半導体受光デバイスと、  
前記半導体受光デバイスを介して前記半導体発光デバイスの前記第 1 の面からの光を受ける光学部品と、  
前記半導体発光デバイスを駆動するための駆動素子とを備え、  
前記半導体発光デバイスの前記第 1 の面からの光は、前記光学部品を介して出力される、光モジュール。

【請求項 2】 前記光学部品は、光ファイバ及び光学窓のいずれかを含む、請求項 1 に記載の光モジュール。

【請求項 3】 前記半導体受光デバイスはモノリシックレンズを備え、  
前記モノリシックレンズは、前記半導体発光デバイスの前記第 1 の面からの光を受ける、請求項 1 又は請求項 2 に記載の光モジュール。

【請求項 4】 所定の軸に沿って順に配置された第 1 ～第 3 の領域を有するハウジングを更に備え、

前記駆動素子は、前記ハウジングの前記第 1 の領域に設けられており、  
前記半導体発光デバイスは、前記ハウジングの前記第 2 の領域に設けられており、

前記半導体受光デバイスは、前記ハウジングの前記第 3 の領域に設けられている、請求項 1 又は請求項 2 に記載の光モジュール。

【請求項 5】 第 1 の搭載面を有する搭載部材を更に備え、  
前記半導体発光デバイス及び前記半導体受光デバイスは、前記第 1 の搭載面上に位置している、請求項 1 または請求項 2 に記載の光モジュール。

【請求項 6】 レンズを更に備え、  
前記半導体受光デバイスは、前記レンズと前記半導体発光デバイスとの間に設

けられている、請求項 1 又は請求項 2 に記載の光モジュール。

【請求項 7】 搭載面を有する搭載部材を更に備え、  
前記光学部品は、光ファイバを含み、  
前記搭載部材は、第 1 の面及び第 2 の面を有する溝を有しており、  
前記搭載面は、所定の軸に沿って順に配置された第 1 ～第 4 の領域を有しており、  
前記駆動素子は、前記第 1 の領域に位置しており、  
前記半導体発光デバイスは、前記第 2 の領域に位置しており、  
前記半導体受光デバイスは、前記第 3 の領域に位置しており、  
前記溝は、前記第 4 の領域に位置しており、  
前記光ファイバは、前記第 1 及び第 2 の面により支持されている、請求項 1 または請求項 2 に記載の光モジュール。

【請求項 8】 前記半導体受光デバイスの前記光入射面と前記半導体発光デバイスの前記第 1 の面との間に設けられた反射防止膜を更に備える、請求項 1 ～請求項 7 のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項 9】 前記半導体受光デバイスは、前記半導体発光デバイスの前記第 1 の面に対して傾斜する基準面に沿って設けられている、請求項 1 ～請求項 8 のいずれかに記載の光モジュール。

【請求項 10】 前記半導体受光デバイスの厚さは、200 マイクロメートル以下である、請求項 1 ～請求項 9 のいずれかに記載の光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

光モジュールは、半導体レーザ素子と、この半導体レーザ素子を駆動するためのドライバ素子と、半導体レーザ素子からの光をモニタするフォトダイオードとを備える。フォトダイオードは、半導体レーザ素子の背面光を受けるように位置

している。

#### 【0003】

##### 【発明が解決しようとする課題】

半導体レーザ素子といった半導体発光デバイスを高速に駆動するために、駆動素子が光モジュール内に配置される。また、ドライバ素子と半導体発光デバイスとの間隔を小さくすることは、半導体発光デバイスを高速に駆動するために有効であり、駆動素子は半導体発光デバイスとの隣に配置される。例えば、10 Gbps といった伝送を実現するために、駆動素子は、半導体発光デバイスとフォトダイオードとの間に配置される。結果的に、フォトダイオードと半導体レーザ素子との距離は大きくなる。フォトダイオードが受ける光は、フォトダイオードと半導体レーザ素子との距離の二乗に比例して小さくなる。つまり、光モジュールの技術分野において、モニタ電流を増加するという要求がある。

#### 【0004】

そこで、本発明の目的は、半導体発光デバイスをモニタする半導体受光デバイスから適切な量のモニタ電流を得ることができる光モジュールを提供することとした。

#### 【0005】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の一側面によれば、光モジュールは、半導体発光デバイスと、半導体受光デバイスと、光学部品と、駆動素子とを備える。半導体発光デバイスは、第1の面及び第2の面を有する。半導体受光デバイスは、半導体発光デバイスの第1の面に光学的に結合された光入射面と、該入射面に入射した光が出射する光出射面とを有する。光学部品は、半導体受光デバイスを介して半導体発光デバイスの第1の面からの光を受ける。駆動素子は、半導体発光デバイスを駆動する。半導体発光デバイスの第1の面からの光は、光学部品を介して出力される。

#### 【0006】

この光モジュールによれば、半導体受光デバイスは、光ファイバと半導体発光デバイスとの間に位置する。半導体受光デバイス及び駆動素子は、半導体発光デバイスの近くに配置される。

**【0007】**

光学部品としては、光ファイバ及び光学窓が例示される。

**【0008】**

本発明の光モジュールは、半導体受光デバイスはモノリシックレンズを備えることができる。モノリシックレンズは、半導体発光デバイスの第1の面からの光を受ける。この光モジュールによれば、半導体受光デバイスの位置決めにより、モノリシックレンズも位置決めされる。

**【0009】**

本発明の光モジュールは、所定の軸に沿って順に配置された第1～第3の領域を有するハウジングを更に備えることができる。駆動素子は、ハウジングの第1の領域に設けられている。半導体発光デバイスは、ハウジングの第2の領域に設けられている。半導体受光デバイスは、ハウジングの第3の領域に設けられている。

**【0010】**

この光モジュールによれば、半導体発光デバイスは、半導体受光デバイスと駆動素子との間に位置している。故に、半導体発光デバイス及び駆動素子の配置は、半導体発光デバイスに高速の駆動信号を供給するために好適であり、半導体発光デバイス及び半導体受光デバイスの配置は、半導体受光デバイスが半導体発光デバイスからのモニタ光を受けるために好適である。

**【0011】**

本発明の光モジュールは、第1の搭載面を有する搭載部材を更に備えることができる。半導体発光デバイス及び半導体受光デバイスは、第1の搭載面上に位置している。

**【0012】**

この光モジュールによれば、第1の搭載面上において半導体発光デバイス及び半導体受光デバイスの両方を配置するので、半導体発光デバイス及び半導体受光デバイスの位置決めが容易になる。

**【0013】**

本発明の光モジュールは、搭載部材が配置された底面を有するハウジングを更



に備えることができる。搭載部材は、第2の搭載面を有している。駆動素子は、第2の搭載面上に位置している。搭載部材の第1の搭載面とハウジングの底面との間隔は、搭載部材の第2の搭載面とハウジングの底面との間隔と異なる。

#### 【0014】

この光モジュールでは、駆動素子を搭載する第2の搭載面を搭載部材が備えるので、駆動素子と半導体発光デバイスとの接続距離を短縮するために第2の搭載面を利用できる。

#### 【0015】

本発明の光モジュールは、搭載面を有する搭載部材を更に備えることができる。搭載面は、所定の軸に沿って順に配置された第1～第3の領域を有している。駆動素子は、第1の領域に位置している。半導体発光デバイスは、第2の領域に位置している。半導体受光デバイスは、第3の領域に位置している。

#### 【0016】

搭載面が第1～第3の領域を有しているので、駆動素子を半導体発光デバイスの隣におくことができる共に、半導体受光デバイスを半導体発光デバイスの隣に置くことができる。

#### 【0017】

さらに、搭載面は、第3の領域の隣に第4の領域を有している。光学部品は、光ファイバを含む。搭載部材は、第4の領域に位置している溝を有している。溝は、第1の面及び第2の面を有する。光ファイバは、第1及び第2の面により支持されている。この搭載部材によれば、光ファイバを半導体受光デバイスの隣に置くことができる。

#### 【0018】

本発明の光モジュールは、レンズを更に備えることができる。半導体受光デバイスは、レンズと半導体発光デバイスとの間に設けられている。

#### 【0019】

本発明の光モジュールは、半導体受光デバイスの光入射面と半導体発光デバイスの第1の面との間に設けられた反射防止膜を更に備えることができる。反射防止膜によれば、半導体発光デバイスへの戻り光の量が低減される。

**【0020】**

本発明の光モジュールでは、半導体受光デバイスは、半導体発光デバイスの第1の面に対して傾斜する基準面に沿って設けられていてもよい。半導体発光デバイスの第1の面に対して半導体受光デバイスが傾斜しているので、半導体発光デバイスへの戻り光の量が低減される。

**【0021】**

本発明の光モジュールでは、半導体受光デバイスの厚さは200マイクロメートル以下である。

**【0022】**

本発明の上記の目的および他の目的、特徴、並びに利点は、添付図面を参照して進められる本発明の好適な実施の形態の以下の詳細な記述から、より容易に明らかになる。

**【0023】****【発明の実施の形態】**

本発明の実施の形態の光データリンクを図面を参照しながら説明する。可能な場合には、同一の部分には同一の符号を付する。

**【0024】****(第1の実施の形態)**

図1は、本実施の形態に係る光モジュールの主要な構成部品を示す図面である。図2は、本実施の形態に係る光モジュールを示す図面である。図1及び図2を参照すると、光モジュール1は、光受信モジュール部1a及び光送信モジュール部1bを有する。

**【0025】**

まず、光受信モジュール部1aを説明する。光モジュール1は、半導体発光デバイス3と、半導体受光デバイス5と、光ファイバ7と、駆動素子9とを備える。本実施の形態においては、光ファイバ7は光学部品として機能する。半導体発光デバイス3は、第1の面3a及び第2の面3bを有する。第1の面3aの反射率は第2の面3bの反射率より小さい。半導体受光デバイス5は、光入射面5a及び光出射面5bを有する。光入射面5aは、半導体発光デバイス3の第1の面

3 a に光学的に結合されている。光出射面 5 b は、光入射面 5 a に入射した光が出射する。光ファイバ 7 は、半導体受光デバイス 5 を介して半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3 a からの光を受ける。駆動素子 9 は、半導体発光デバイス 3 を駆動する。この光モジュール 1 によれば、半導体受光デバイス 5 は、光ファイバ 7 と半導体発光デバイス 3 との間に設けられており、半導体受光デバイス 5 及び駆動素子 9 は、半導体発光デバイス 3 の近くに配置される。半導体発光デバイス 3 としては、半導体レーザ素子、半導体光変調素子、及び半導体発光変調素子が例示される。半導体発光変調素子には、半導体レーザ及び半導体変調器が単一の基板上に集積されている。半導体受光デバイス 5 として、フォトダイオードが例示される。

#### 【0026】

光モジュール 1 は、ハウジング 11 を更に備えることができる。ハウジング 11 は、所定の軸に沿って順に配置された第 1 ～第 3 の領域 11 a、11 b、11 c を有する。駆動素子 9 は、ハウジング 11 の第 1 の領域 11 a に設けられている。半導体発光デバイス 3 は、ハウジング 11 の第 2 の領域 11 b に設けられている。半導体受光デバイス 5 は、ハウジング 11 の第 3 の領域 11 c に設けられている。

#### 【0027】

この光モジュール 1 によれば、半導体発光デバイス 3 は、半導体受光デバイス 5 と駆動素子 9 との間に位置している。故に、半導体発光デバイス 3 及び駆動素子 9 の配置は、半導体発光デバイス 3 に高速の駆動信号を供給するために好適であり、半導体発光デバイス 3 及び半導体受光デバイス 5 の配置は、半導体受光デバイス 5 が半導体発光デバイス 3 からのモニタ光を受けるために好適である。

#### 【0028】

光モジュール 1 は、搭載部材 13 を備えることができる。搭載部材 13 は、搭載面 13 a を有する。半導体発光デバイス 3 及び半導体受光デバイス 5 は、搭載面 13 a 上に位置している。この光モジュール 1 によれば、半導体発光デバイス 3 及び半導体受光デバイス 5 の両方を搭載面 13 a 上に配置するので、半導体発光デバイス 3 及び半導体受光デバイス 5 の位置決めが容易になる。搭載面 13 a

には、光ファイバ7が搭載されている。半導体発光デバイス3、半導体受光デバイス5及び光ファイバ7を搭載面13a上に配置するので、半導体発光デバイス3、半導体受光デバイス5及び光ファイバ7の光学的な軸合わせが容易になる。

#### 【0029】

搭載面13aは、所定の軸に沿って順に配置された第1～第3の領域13b、13c、13dを有している。駆動素子9は、第1の領域13bに位置している。半導体発光デバイス3は、第2の領域13cに位置している。半導体受光デバイス5は、第3の領域13dに位置している。搭載面13aが第1～第3の領域13b～13dを有しているので、駆動素子9を半導体発光デバイス3の隣に置くことができる共に、半導体受光デバイス5を半導体発光デバイス3の隣に置くことができる。

#### 【0030】

さらに、搭載面13aは、第3の領域13dの隣に第4の領域13eを有する。搭載部材13は、第4の領域13eに位置している溝15を有する。溝15は、第1の面15a及び第2の面15bを有する。光ファイバ7は、第1及び第2の面15a、15bにより支持されている。溝15は、光ファイバ7の一端7aが突き当てられる面15cを有する。面15cは、所定の軸に交差する。溝15は、光ファイバ7を位置決めするために役立つ。この搭載部材13によれば、光ファイバ7を半導体受光デバイス5の隣に置くことができる。搭載部材13は、第4の領域13eに位置している溝17を有する。溝17は、第1の面17a、第2の面17b及び第3の面17cを有する。光ファイバ7は、第1及び第2の面17a、17bにより支持されている。溝17は、光ファイバ7を保持するフェルール21を支持するために役立つ。

#### 【0031】

光モジュール1は、ハウジング11の第1の領域11aに設けられた電子素子23a、23bを備えることができる。半導体発光デバイス3は、第1の素子搭載部品25の搭載面25a上に搭載されている。半導体受光デバイス5は、第2の素子搭載部品27の搭載面27a上に搭載されている。

#### 【0032】

光モジュール 1 は、リード端子 29 を備える。リード端子 29 は、ハウジング 11 の一側面に配列されることができる。搭載部材 13 は、搭載面 13a 上に設けられた配線層 31 を有する。配線層 31 は、3 つのグループに分けられる。第 1 の配線層 31a は、半導体受光デバイス 5 のために設けられている。第 2 の配線層 31b は、駆動素子 9 のために設けられている。第 3 の配線層 31c は、半導体発光デバイス 3 のために設けられていえる。半導体発光デバイス 3、半導体受光デバイス 5 及び駆動素子 9 は、配線層 31 を介してリード端子 29 に接続されている。

#### 【0033】

光モジュール 1 において、ハウジング 11 は、搭載部材 13 上に位置するフレーム 33 を含むことができる。ハウジング 11 は、また、フレーム 33 上に設けられるカバー 35 を備えることができる。

#### 【0034】

次いで、光送信モジュール部 1b を説明する。光モジュール 1 は、半導体受光デバイス 41 と、光ファイバ 43 と、増幅素子 45 とを備える。半導体受光デバイス 41 は、光ファイバ 43 の一端 43a に光学的に結合された光入射面 41a を有する。増幅素子 45 は、半導体受光デバイス 41 からの光電流を増幅する。この光モジュール 1 によれば、半導体受光デバイス 41、光ファイバ 43 及び増幅素子 45 は、搭載部材 13 の搭載面上に配置されている。光ファイバ 43 は、フェルール 47 により保持されている。光ファイバ 43 及びフェルール 47 は、搭載面 13a に設けられた溝 49、51 に配置されている。

#### 【0035】

図 3(A) は、第 2 の素子搭載部品及び半導体受光デバイスを示す図面である。図 3(B) は、第 2 の素子搭載部品上に搭載された半導体受光デバイスを示す図面である。図 3(C) は、半導体受光デバイスの受光面を示す図面である。

#### 【0036】

第 2 の素子搭載部品 27 は、光出射面 27a、設置面 27b 及び光入射面 27c を有する。第 2 の素子搭載部品 27 は、例えば、半導体発光デバイス 3 からの光が透過可能な材料、例えばガラスといった光学材料から構成されている。半導

体受光デバイス 5 は、光出射面 2 7 a 及び光入射面 2 7 c のいずれかの面上に搭載されており、本実施の形態では、半導体受光デバイス 5 は、光出射面 2 7 a 上に搭載されている。第 2 の素子搭載部品 2 7 は、設置面 2 7 b を搭載面 1 3 a に向けるように搭載部材 1 3 上に配置される。設置面 2 7 b 上には、一対の電極 5 3 a、5 3 b が設けられている。光出射面 2 7 a 上には、一対の電極 5 3 c、5 3 d が設けられている。設置面 2 7 b 及び光出射面 2 7 a 上には、一対の電極 5 3 a、5 3 b を一対の電極 5 3 c、5 3 d にそれぞれ接続する一対の導電層 5 3 e、5 3 f が設けられている。電極 5 3 d は、半導体受光デバイス 5 に入射する光をブロックしないように形作られている。図 3 (A) に示された実施の形態では、電極 5 3 d は、開口を有している。

#### 【 0 0 3 7 】

半導体受光デバイス 5 は、受光面 5 a 及び光出射面 5 b を有している。が設けられている。半導体受光デバイス 5 は、半導体基板 5 5 と、基板 5 5 上に設けられた光吸収層 5 7 と、光吸収層 5 7 上に設けられた窓半導体層 5 9 と、光吸収層 5 7 及び窓半導体層 5 9 内に設けられた半導体領域 6 1 とを有する。半導体基板 5 5 には、第 1 導電型の不純物が高濃度に添加されている。半導体領域 6 1 には第 2 の導電型の不純物が高濃度に添加されている。半導体基板 5 5 は、アノード及びカソードの一方として機能しており、半導体領域 6 1 は、アノード及びカソードの他方として機能している。光吸収層 5 7 及び窓半導体層 5 9 は、i 型半導体から構成される。好適な実施例では、半導体受光デバイス 5 は、III-V 族化合物半導体から構成されている。

#### 【 0 0 3 8 】

半導体受光デバイス 5 の受光面 5 a 上には電極 6 3 が設けられており、この電極 6 3 は、半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3 a からの光が通過するための開口を有している。半導体受光デバイス 5 の光出射面 5 b 上には電極 6 5 が設けられており、この電極 6 5 は、半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3 a からの光が通過するための開口を有している。電極 6 3 は、電極 6 5 に位置合わせされており、この位置合わせにより、半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3 a からの光の一部は、半導体受光デバイス 5 を通過して光ファイバ 7 の一端 7 a に到達する。また、

半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3 a からの光の一部は、半導体受光デバイス 5 において光電流  $I_p$  に変換される。

#### 【0039】

半導体受光デバイス 5 は、半田といった導電性接着部材 38 を介して第 2 の素子搭載部品 27 上に接着される。好適な実施例では、半導体受光デバイス 27 の厚さは 200 マイクロメートル以下である。発明者の実験によれば、200 マイクロメートルの厚さでは実用的な透過光の強度を得ることができ、また、半導体受光デバイス 27 の厚さは 100 マイクロメートル程度まで薄くできる。

#### 【0040】

図 4 (A) は、第 2 の素子搭載部品及び半導体受光デバイスの変形例を示す図面である。図 4 (B) は、半導体受光デバイスの受光面及び第 2 の素子搭載部品の光入射面を示す図面である。図 4 (C) は、第 2 の素子搭載部品上に搭載された半導体受光デバイスを示す図面である。

#### 【0041】

第 2 の素子搭載部品 28 は、光出射面 28 a、設置面 28 b 及び光入射面 28 c を有する。第 2 の素子搭載部品 28 は、例えば、半導体発光デバイス 3 からの光が透過可能な材料、例えばガラスといった光学材料から構成されている。半導体受光デバイス 6 は、光出射面 28 a 及び光入射面 28 c のいずれかの面上に搭載されており、本実施の形態では、半導体受光デバイス 6 は、光出射面 28 a 上に搭載されている。第 2 の素子搭載部品 28 は、設置面 28 b を搭載面 13 a に向けるように搭載部材 13 上に配置される。設置面 28 b 上には、一対の電極 54 a、54 b が設けられている。光出射面 28 a 上には、一対の電極 54 c、54 d が設けられている。設置面 28 b 及び光出射面 28 a 上には、一対の電極 54 a、54 b を一対の電極 54 c、54 d にそれぞれ接続する一対の導電層 54 e、54 f が設けられている。電極 54 d は、半導体受光デバイス 6 に入射する光をブロックしないように形作られている。図 4 (A) に示された実施の形態では、電極 54 d は、開口を有している。

#### 【0042】

半導体受光デバイス 6 は、受光面 6 a 及び光出射面 6 b を有している。が設け

られている。半導体受光デバイス 6 は、半導体基板 56 と、基板 66 上に設けられた光吸収層 58 と、光吸収層 58 上に設けられた半導体窓層 60 と、光吸収層 58 及び半導体窓層 60 内に設けられた半導体領域 62a 及び 62b を有する。半導体領域 62a には第 1 の導電型の不純物が高濃度に添加されている。半導体領域 62b には第 2 の導電型の不純物が高濃度に添加されている。半導体領域 62a は、アノード及びカソードの一方として機能しており、半導体領域 62b は、アノード及びカソードの他方として機能している。光吸収層 58 及び窓半導体層 60 は、i 型半導体から構成される。好適な実施例では、半導体受光デバイス 6 は、III-V 族化合物半導体から構成されている。

#### 【0043】

半導体受光デバイス 6 の光出斜面 6b はモノリシックレンズ 67 を備えることができる。モノリシックレンズ 67 は、光出斜面 6b から盛り上がった半導体領域から構成される。光ファイバ 7 は、モノリシックレンズ 67 を介して半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3a からの光を受ける。この光モジュール 6 によれば、半導体受光デバイス 6 の位置決めにより、モノリシックレンズ 67 も位置決めされる。

#### 【0044】

半導体受光デバイス 6 の受光面 6a 上には電極 64 が設けられており、この電極 64 は、半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3a からの光が通過するための開口を有している。電極 64 は、アノード領域及びカソード領域の一方の電極に接続されている。受光面 6a 上には電極 68 が設けられており、電極 68 は、アノード領域及びカソード領域の他方の電極に接続されている。電極 64、68 は、電極 54c、54d に位置合わせされており、この位置合わせにより、半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3a からの光の一部は、半導体受光デバイス 6 を通過して光ファイバ 7 の一端 7a に到達する。また、半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3a からの光の一部は、半導体受光デバイス 6 により光電流  $I_p$  に変換される。

#### 【0045】

第 2 の素子搭載部材 28 の光入射面 28c 上には、反射防止膜 69 を更に備えることができる。反射防止膜 69 は、半導体受光デバイス 6 の光入射面 6a と半



導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3 a との間に設けられている。反射防止膜 6 9 によれば、半導体発光デバイス 3 への戻り光の量が低減される。

#### 【0046】

以上説明したように、本実施の形態の光モジュールによれば、半導体発光デバイスをモニタする半導体受光デバイスから適切な量のモニタ電流を得ることができる。

#### 【0047】

(第 2 の実施の形態)

図 5 は、別の実施の形態の光モジュールの構成部品を示す図面である。図 6 は、本実施の形態の光モジュールを示す図面である。図 7 は、図 6 における I-I 線に沿った断面図である。

#### 【0048】

光モジュール 7 1 は、半導体発光デバイス 3 と、半導体受光デバイス 5 と、駆動素子 9 と、光学窓 8 2 とを備える。本実施の形態においては、光学窓 8 2 は光学部品として機能する。光学窓 8 2 は、半導体発光デバイス 5 の光が透過可能な材料で構成されており、この材料としては、光学ガラスが例示される。半導体発光デバイス 3 は、第 1 の面 3 a 及び第 2 の面 3 b を有する。半導体受光デバイス 5 は、光入射面 5 a 及び光出射面 5 b を有する。光入射面 5 a は、半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3 a に光学的に結合されている。光出射面 5 b は、光入射面 5 a に入射した光が出射する。光学窓 8 2 は、半導体受光デバイス 5 を介して半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3 a からの光を受ける。駆動素子 9 は、半導体発光デバイス 3 を駆動する。この光モジュール 1 によれば、半導体受光デバイス 5 は、光ファイバ 9 2 と半導体発光デバイス 3 との間に設けられており、半導体受光デバイス 5 及び駆動素子 9 は、半導体発光デバイス 3 の近くに配置される。

#### 【0049】

光モジュール 7 1 は、ハウジング 8 1 を更に備えることができる。図 6 に示されるように、ハウジング 8 1 は、所定の軸に沿って順に配置された第 1 ～第 3 の領域 8 1 a、8 1 b、8 1 c を有する。駆動素子 9 は、ハウジング 8 1 の第 1 の領域 8 1 a に設けられている。半導体発光デバイス 3 は、ハウジング 8 1 の第 2

の領域 81b に設けられている。半導体受光デバイス 5 は、ハウジング 81 の第 3 の領域 81c に設けられている。また、ハウジング 81 は、ベース 85 と、蓋 121 と、第 1 の側壁部材 125 と、第 2 の側壁部材 127 とを備える。

#### 【0050】

この光モジュール 71 によれば、半導体発光デバイス 3 は、半導体受光デバイス 5 と駆動素子 9 との間に位置している。故に、半導体発光デバイス 3 及び駆動素子 9 の配置は、半導体発光デバイス 3 に高速の駆動信号を供給するために好適であり、半導体発光デバイス 3 及び半導体受光デバイス 5 の配置は、半導体受光デバイス 5 が半導体発光デバイス 3 からのモニタ光を受けるために好適である。

#### 【0051】

光モジュール 71 は、光学窓 82 に位置合わせされた光送出部 96 を更に備えることができる。光送出部 96 は、光学窓 82 を介して半導体発光素子 3 からの光を受ける光ファイバ 92 を備える。光ファイバ 92 は、フェルール 93 により保持されている。光モジュール 71 は、フェルール 93 を保持するための保持部材 100 を有する。保持部材 100 は、例えば金属製の部材であり、ハウジング 81 上において位置決めされた後にハウジング 81 に固定される。保持部材 100 は、スリーブ 102、及びレンズ保持部材 104 を含む。フェルール 93 は、光ファイバ 92 を保持しており、保持部材 100 は、レンズ 90、フェルール 93 及び必要な場合には光アイソレータ 110 を保持している。光ファイバ 92 は一端 92a 及び他端 92b を有しており、一端 92a は、半導体受光デバイス 5、光学窓 82 及びレンズ 90 を介して半導体発光デバイス 3 からの光を受ける。光ファイバ 92 は、一端 92a に受けた光を他端 92b まで伝送するために利用される。

#### 【0052】

この光モジュール 71 によれば、光学窓 82 を気密に封止することができる。また、図 7 に示されるように、光ファイバ 92 と半導体発光デバイス 3 との間に設けられた単一のレンズ 90 (或いは、半導体受光デバイスに設けられたモノリシックレンズ) を用いて、半導体発光デバイス 3 を光ファイバ 92 に光学的に結合できる。レンズ 90 は、半導体発光デバイス 3 の光出射面からの光を光ファイ

バ92一端92aに集光するように作用する。一レンズ系構成を用いると、いくつかの利点がある。まず、光モジュールの構成部品数を少なくできるので、光モジュールを小型化できる。また、部品点数が少なくなるので、部品コストが低減される。さらに、部品点数が少なくなるので、組立時間が短縮される。例えば、2レンズ系構成では、光ファイバの近くに配置されるレンズの調芯に時間を要しているので、時間短縮の効果は大きい。

#### 【0053】

図5及び図6を参照すると、光モジュール71は、搭載部材94を備えることができる。搭載部材94は、搭載面94aを有する。半導体発光デバイス3及び半導体受光デバイス5は、搭載面94a上に位置している。この光モジュール1によれば、半導体発光デバイス3及び半導体受光デバイス5の両方を搭載面94a上に配置するので、半導体発光デバイス3及び半導体受光デバイス5の位置決めが容易になる。半導体発光デバイス3及び半導体受光デバイス5を搭載面94a上に配置するので、半導体発光デバイス3及び半導体受光デバイス5の光学的な軸合わせが容易になる。

#### 【0054】

図5を参照すると、搭載面94aは、所定の軸に沿って順に配置された第1～第3の領域94b、94c、94dを有している。駆動素子9は、第1の領域94bに位置している。半導体発光デバイス3は、第2の領域94cに位置している。詳述すれば、ヒートシンクといった搭載部品86が、半導体発光素子84と搭載部材94との間に設けられている。搭載部品86は、半導体発光素子84からの熱の放散及び半導体発光素子84の高さ方向に関する位置合わせに利用される。半導体受光デバイス5は、第3の領域94dに位置している。詳述すれば、半導体受光デバイス5は、素子搭載部材27上に搭載されており、素子搭載部材27が第3の領域94d上に搭載されている。搭載面94aが第1～第3の領域94b～94dを有しているので、駆動素子9を半導体発光デバイス3の隣に置くことができる共に、半導体受光デバイス5を半導体発光デバイス3の隣に置くことができる。

#### 【0055】

駆動素子 9 及び半導体発光素子 3 が搭載部材 9 4 上に搭載されているので、駆動素子 9 及び半導体発光素子 3 を互いに近くに配置できる。半導体発光素子 3 及び駆動素子 9 からの熱は、搭載部材 9 4 及びベース 8 5 を介して発散される。搭載部材 9 4 の搭載面 9 4 a は、第 1 の領域 9 4 b と第 2 及び第 3 の搭載面 9 4 c、9 4 d との間に位置する段 9 4 e と、設置面 9 4 f とを有している。搭載部材 9 4 は、設置面 9 4 f をベース 8 5 に向けてハウジング 8 1 内に配置される。搭載部材 9 4 の第 1 の領域 9 4 b の面と設置面 9 4 f との距離(高さ)は、第 2 の領域 9 4 c と設置面 9 4 f との距離(高さ)より大きい。段差 9 4 e によって分離される第 1 の領域 9 4 b と第 2 の領域 9 4 c との間の高さの違いを利用して、駆動素子 9 の高さ及び半導体発光素子 3 の高さを位置合わせでき、駆動素子 9 と半導体発光素子 3 とを接続するための配線の長さを短縮できる。

#### 【0056】

搭載面 9 4 a は、また、電子素子 9 8 を搭載できる。電子素子 9 8 としては、ダイキャップといったキャパシタ及びワイヤリングポストといった配線部品が例示される。電子素子 9 8 は、半導体発光素子 8 4 の隣りに配置され、半導体発光素子 8 4 の高速動作のために利用される。

#### 【0057】

図 5 及び図 6 に示されるように、ハウジング 8 1 は、ベース 8 5 と、蓋 1 2 1 と、第 1 の側壁部材 1 2 5 と、第 2 の側壁部材 1 2 7 とを備える。第 1 の側壁部材 1 2 5 及び第 2 の側壁部材 1 2 7 は、ベース 8 5 上に配置される。この配置により、半導体受光デバイス、半導体発光デバイス及び駆動素子といった電子素子を収容するためにキャビティが形成される。蓋 1 2 1 が、第 2 の側壁部材 1 2 7 を覆うことにより、キャビティを封止することが可能になる。ベース 8 5 は、平坦な面を有する基板上に当該光モジュール 7 1 を搭載できるように設けられた外底面 8 5 a と、搭載部材 9 4 及び第 1 の側壁部材 1 1 6 を搭載できるように設けられた内底面 8 5 b と、延出されたフランジ 8 5 c とを有する。好適な実施例は、ベース 8 5 の材料は導電性材料である。

#### 【0058】

第 1 の側壁部材 1 2 5 は、第 1 の側壁部材 1 1 6 と同様の構造を有しており、

例えばハウジング 81 に側壁 125c、125d、125e を提供する。第 1 の側壁部材 125 は、開口 125m を有する。第 1 の側壁部材 125 の開口 125m には、搭載部材 94 が配置される。第 1 の側壁部材 125 は、前端面 125s を備える。

#### 【0059】

第 2 の側壁部材 127 は、側壁 125c、125d、125e 及び前端面 125s 上に接触するように、ベース 85 及び第 1 の側壁部材 125 上に位置合わせされる。この位置合わせにより、第 1 の側壁部材 125 の開口 125m の位置に、第 2 の側壁部材 127 の前壁 127a に設けられた光学窓 82 が位置する。

#### 【0060】

第 1 の側壁部材 125 は、第 1 の側壁部材 116 と同様に複数の絶縁層を備える。好適な実施の形態では、絶縁層の各々はセラミック材料から構成され、セラミック配線基板を形成する手法により第 1 の側壁部材 125 を製造することができる。第 1 の側壁部材 126 は、複数の導電層を備える。導電層の各々は、いずれか絶縁層の間に設けられている。第 1 の側壁部材 125 は、第 1 の側壁部材 116 と同様に配線面 125b 上に設けられた配線層を備える。これらの配線層及び導電層を接続するために、第 1 の側壁部材 125 は、ビアを備える。第 1 の側壁部材 125 においては、導電層、ビア及び配線層を介して、配線面 125b 上に搭載された電子素子 135a～135f、半導体発光デバイス 3 及び駆動素子 9、並びにリード端子 123a、123b を電氣的に接続することができる。配線面 125b が、半導体発光デバイス 3 を駆動するために信号を伝送するために一対の配線層 129a 及び 129b を有する。配線層 129a 及び 129b の各々の両側には、接地電位の導電層 129c、129d、129e を有する。光モジュール 80d は、配線層 129a 及び 129b を越えて接地電位線 129c、129d、129e の間を接続する複数のボンディングワイヤ 131 を備えている。発明者の実験によれば、配線層 129a 及び 129b の各々の両側の導電層の電位を安定化するために好適である。以上、説明したように、第 1 の側壁部材 125 は、多層の絶縁層とこれらの間に位置する導電層とを備えるので、10Gbps 以上の伝送速度を実現する高周波電気信号を伝送するための伝送線(例え

ば、マイクロストリップライン、ストリップライン)を実現することができる。  
故に、ハウジング 81 は、高周波信号を取り扱う小型の光モジュールを実現するために好適である。

#### 【0061】

図 8 は、光モジュールの変形例を示す図面である。光モジュール 73 は、半導体受光デバイス 5 及び素子搭載部品 27 の代えて、半導体受光デバイス 6 及び素子搭載部品 28 を備える。半導体受光デバイス 6 は、モノリシックレンズを備えておりレンズ 90 を備えないので、図 8 に示された光モジュール 73 は、一レンズ光学系を含んでいる。

#### 【0062】

以上説明したように、本実施の形態の光モジュールによれば、半導体発光デバイスをモニタする半導体受光デバイスから適切な量のモニタ電流を得ることができる。

#### 【0063】

(第 3 の実施の形態)

図 9 (A)～図 9 (G) は、半導体発光デバイス、半導体受光デバイス及び光ファイバの光学的な結合を模式的に示す図面である。

#### 【0064】

図 9 (A) は、図 2 に示された光モジュールにおける光学的な結合を模式的に示している。図 9 (A) を参照すると、半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3a からの光 A 及び B が、半導体受光デバイス 5 に入射する。光 B は、半導体受光デバイス 5 において吸収されて光電流  $I_p$  に変換される。光 A は、半導体受光デバイス 5 及び素子搭載部材 27 を通過して光 C になる。光 C は、光ファイバ 7 の一端 7a に到達する。

#### 【0065】

図 9 (B) は、図 4 及び図 8 に示された半導体受光素子及び素子搭載部品を含む光モジュールにおける光学的な結合を模式的に示している。半導体受光デバイス 5 は、光ファイバ 7 の一端に対して所定の精度で位置決めされている。図 9 (B) を参照すると、光 A は、素子搭載部材 28 及び半導体受光デバイス 6 を通過した

後に、モノリシックレンズにより集光されて光Dになる。光Dは、光ファイバ7の一端7aに集光される。素子搭載部品28上には、反射防止膜69aが設けられているので、素子搭載部品28及び／又は半導体受光デバイス6によって反射された光の量が低減される。故に、半導体発光デバイス3への戻り光の量が少なくなる。反射防止膜69aとして、SiONといったシリコン化合物(例えば、酸素及び窒素の少なくともいずれかの元素とシリコンとの化合物)が例示される。

#### 【0066】

図9(C)は、図7に示された光モジュールにおける光学的な結合を模式的に示している。図9(C)を参照すると、半導体発光デバイス3の第1の面3aからの光A及びBが、半導体受光デバイス5に入射する。光Bは、半導体受光デバイス5において吸収されて光電流 $I_p$ に変換される。光Aは、半導体受光デバイス5及び素子搭載部材27を通過して光Cになる。レンズ90は光Cを集光して光Eを提供する。光Eは、光ファイバ7の一端7aに到達する。

#### 【0067】

本実施の形態は、これまでに説明されたものに限定されない。図10(A)～図10(E)は、他の実施の形態を例示的に示す図面である。

#### 【0068】

図10(A)を参照すると、半導体受光デバイス8は、表面入射タイプの構造を有しており、素子搭載部品27上に搭載されている。半導体受光デバイス8が素子搭載部品27と半導体発光デバイス3との間に設けられている。半導体受光デバイス8は、半導体発光デバイス3aの第1の面3aに直接に光学的に結合されている。半導体受光デバイス8上には、反射防止膜69aが設けられている。反射防止膜69aは、素子搭載部品27と半導体発光デバイス3との間に位置している。

#### 【0069】

図10(B)を参照すると、半導体受光デバイス10は、裏面入射タイプの構造を有しており、素子搭載部品27上に搭載されている。半導体受光デバイス10が素子搭載部品27と半導体発光デバイス3との間に設けられている。半導体受

光デバイス 8 は、モノリシックレンズを備えている。モノリシックレンズは、素子搭載部品 27 と半導体発光デバイス 3 との間に位置しており、半導体発光デバイス 3 a の第 1 の面 3 a に直接に光学的に結合されている。

#### 【0070】

図 10 (C) を参照すると、半導体受光デバイス 5 が素子搭載部品 27 上に搭載されている。素子搭載部品 27 は、素子搭載部品 27 の光入射面 27 c において反射された光が半導体発光デバイス 3 に戻らないように、半導体発光デバイス 3 に対して角度  $\alpha$  (アルファ) で傾斜されている。傾斜角  $\alpha$  (アルファ) の好適な範囲としては、5 度以上が例示される。また、半導体受光デバイス 5 は、素子搭載部品 27 の光入射面 27 c において反射された光が半導体発光デバイス 3 に戻らないように、半導体発光デバイス 3 に対して角度  $\beta$  (ベータ) で傾斜されている。傾斜角  $\beta$  (ベータ) の好適な範囲としては、5 度以上が例示される。これらの配置によれば、半導体発光デバイス 3 への戻り光の量が低減される。

#### 【0071】

図 10 (D) を参照すると、2 レンズ光学系の構造を有する光モジュールが示されている。半導体発光デバイス 3 からの光は、モノリシックレンズ 67 及びレンズ 90 を介して光ファイバに提供される。

#### 【0072】

図 10 (E) を参照すると、半導体受光デバイス 5 は、素子搭載部品 30 上に搭載されている。素子搭載部品 30 は、光出射面 30 a 及び光入射面 30 c を有する。半導体受光デバイス 5 は、光出射面 30 a 及び光入射面 30 c のいずれかの面上に搭載されており、本実施の形態では、半導体受光デバイス 5 は、光出射面 30 a 上に搭載されている。光出射面 30 a は光入射面 30 c に対して角度  $\gamma$  (ガンマ) で傾斜している。傾斜角  $\gamma$  (ガンマ) の好適な範囲としては、5 度以上が例示される。これらの配置によれば、半導体発光デバイス 3 への戻り光の量が低減される。

#### 【0073】

以上説明したように、本実施の形態の光モジュールによれば、半導体発光デバイスをモニタする半導体受光デバイスから適切な量のモニタ電流を得ることがで



きる。

#### 【0074】

好適な実施の形態において本発明の原理を図示し説明してきたが、本発明は、そのような原理から逸脱することなく配置および詳細において変更され得ることができることは、当業者によって認識される。例えば、本実施の形態では、回路基板が支持部材によって支持されているけれども、搭載部材の基板から離間された状態で、回路基板が導電性ピンによって支持されているようにしてもよい。また、搭載部材の基板と回路基板を離間できる構造であれば、本実施の形態に開示された特定の構成に限定されるものではない。したがって、特許請求の範囲およびその精神の範囲から来る全ての修正および変更に権利を請求する。本実施形態では、ピッグテール構造の発光モジュールを説明したが、光モジュールはレセプタクル構造部を備えることもできる。また、1 レンズ系の光モジュールを例にとって主要な説明を行っているが、本発明は2 レンズ系の光モジュールにおいても適用可能である。本発明においては、光モジュールが複数の半導体発光デバイスを備えるように構成されていてもよい。さらに、ハウジングの構造の詳細は必要ないように変更されることができる。したがって、特許請求の範囲およびその精神から来る全ての修正および変更に権利を請求する。

#### 【0075】

##### 【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば、半導体発光デバイスをモニタする半導体受光デバイスから適切な量のモニタ電流を得ることができる光モジュールが提供される。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

図1は、本実施の形態に係る光モジュールの主要な構成部品を示す図面である。

##### 【図2】

図2は、本実施の形態に係る光モジュールを示す図面である。

##### 【図3】

図3(A)は、第2の素子搭載部品及び半導体受光デバイスを示す図面である。  
図3(B)は、第2の素子搭載部品上に搭載された半導体受光デバイスを示す図面である。図3(C)は、半導体受光デバイスの受光面を示す図面である。

【図4】

図4(A)は、第2の素子搭載部品及び半導体受光デバイスの変形例を示す図面である。図4(B)は、半導体受光デバイスの受光面及び第2の素子搭載部品の光入射面を示す図面である。図4(C)は、第2の素子搭載部品上に搭載された半導体受光デバイスを示す図面である。

【図5】

図5は、別の実施の形態の光モジュールの構成部品を示す図面である。

【図6】

図6は、本実施の形態の光モジュールを示す図面である。

【図7】

図7は、図6におけるI-I線に沿った断面図である。

【図8】

図8は、光モジュールの変形例を示す図面である。

【図9】

図9(A)～図9(C)は、半導体発光デバイス、半導体受光デバイス及び光ファイバの光学的な結合を模式的に示す図面である。

【図10】

図10(A)～図10(E)は、他の実施の形態を例示的に示す図面である。

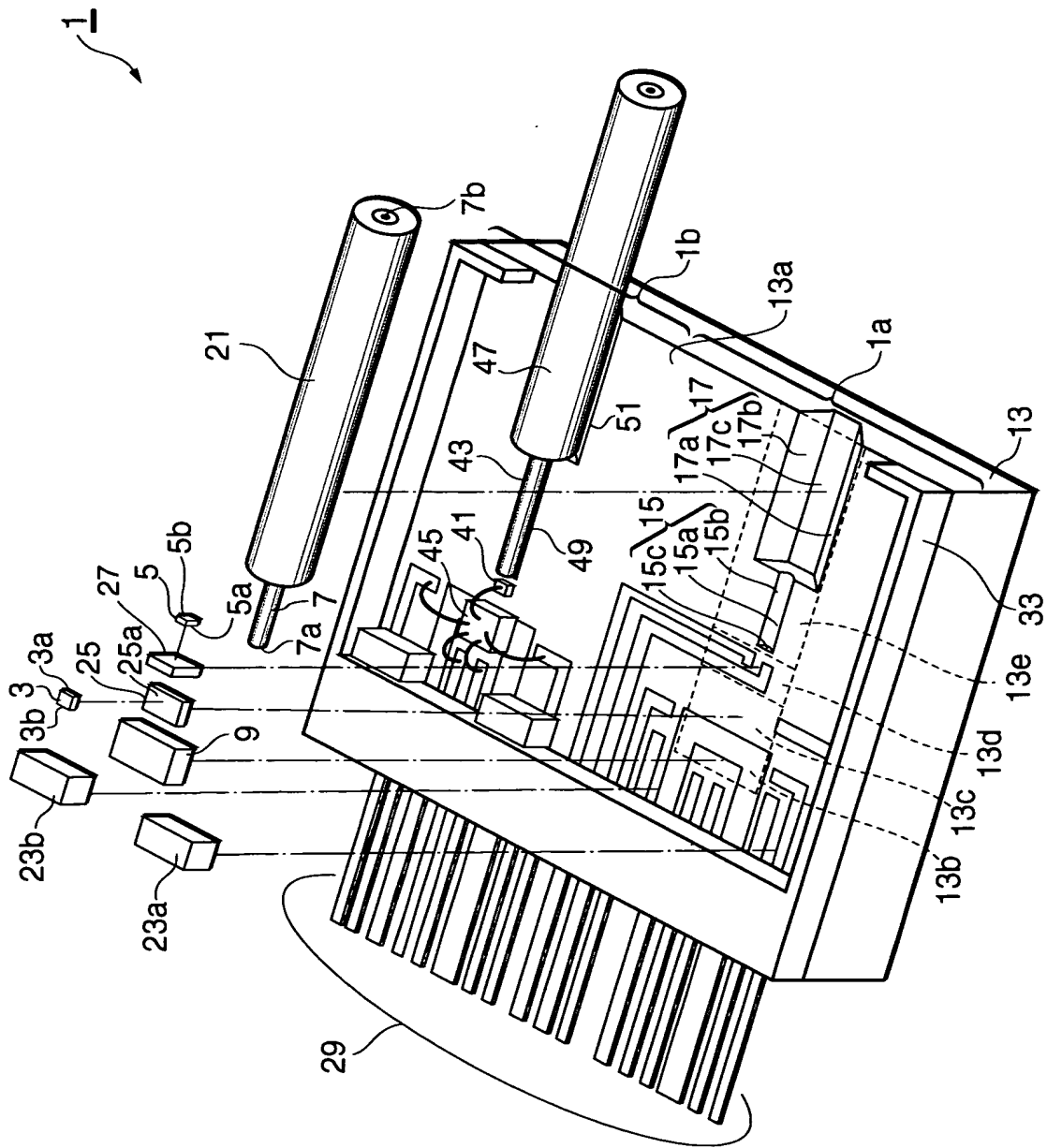
【符号の説明】

1、71…光モジュール、1a…光受信モジュール部、1b…光送信モジュール部、3…半導体発光デバイス、5…半導体受光デバイス、6…半導体受光デバイス、7…光ファイバ、8…半導体受光デバイス、9…駆動素子、11…ハウジング、13…搭載部材、15、17…溝、25…第1の素子搭載部品、27、28、30…第2の素子搭載部品、29…リード端子、38…導電性接着部材、33…フレーム、35…カバー、41…半導体受光デバイス、43…光ファイバ、45…増幅素子、49、51…溝、67…モノリシックレンズ、81…ハウジング

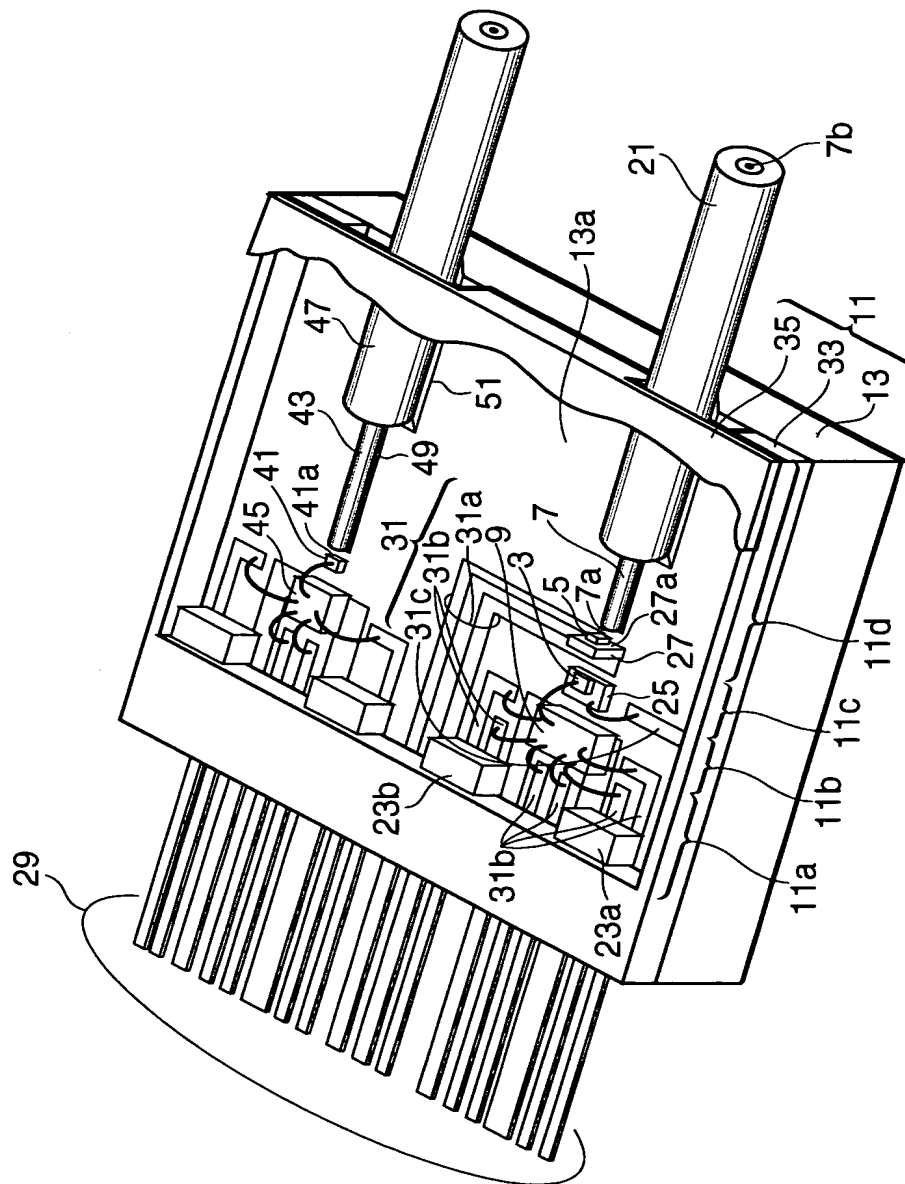
、 8 2 …光学窓、 9 2 …光ファイバ、 9 4 …搭載部材、 9 3 …フェルルール、 1 0  
0 …光送出部

【書類名】 図面

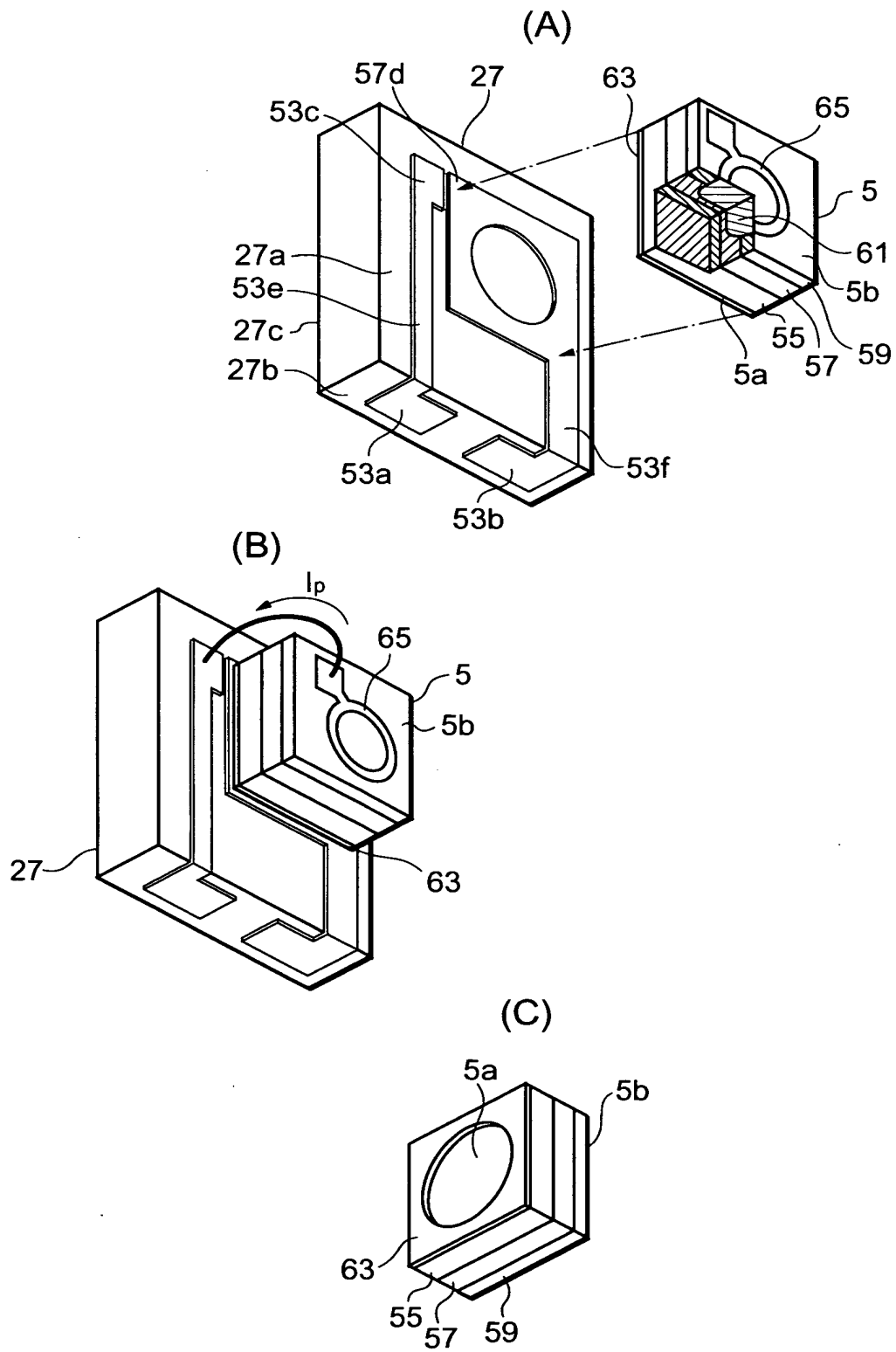
【図 1】



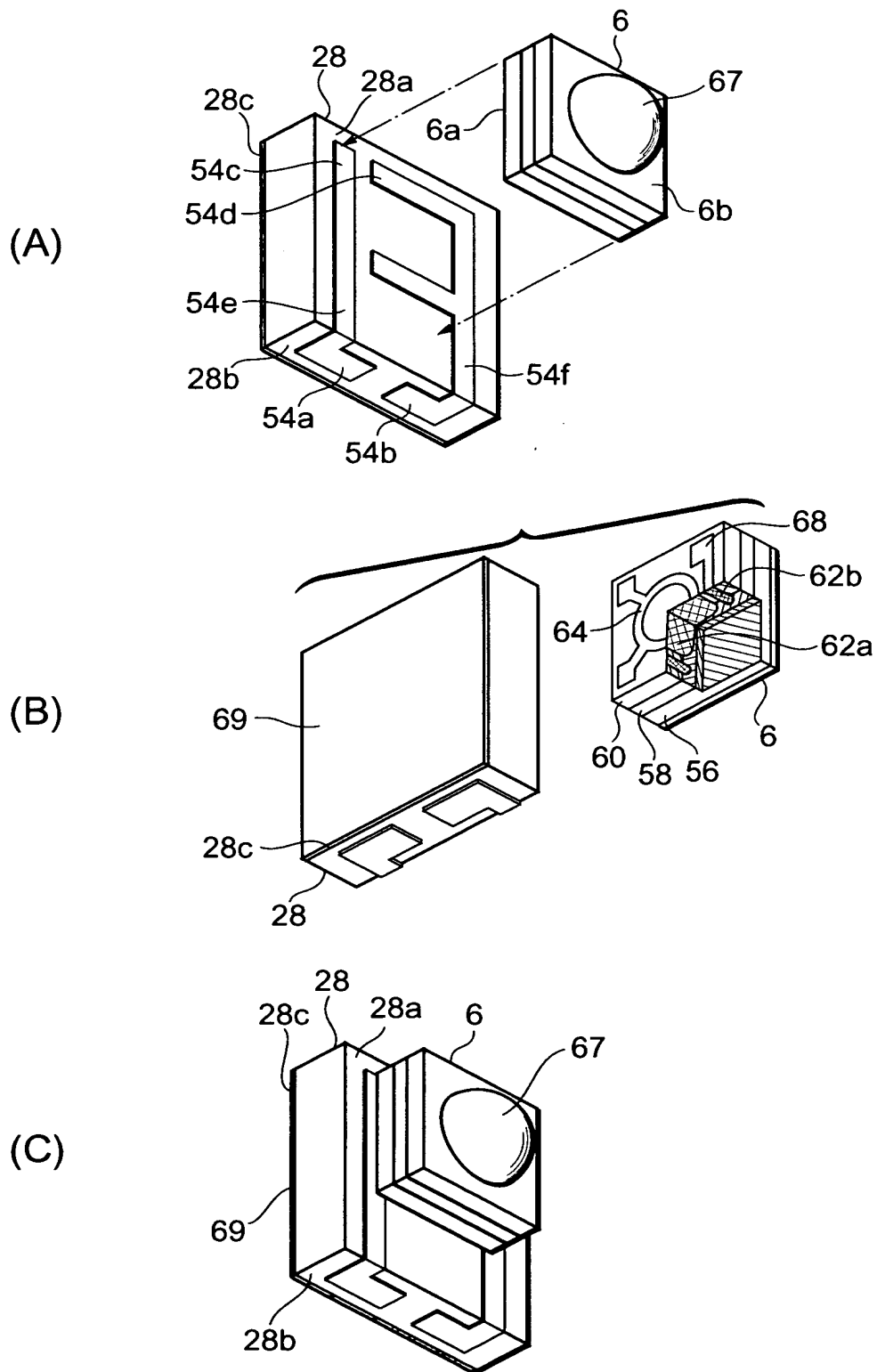
【図 2】



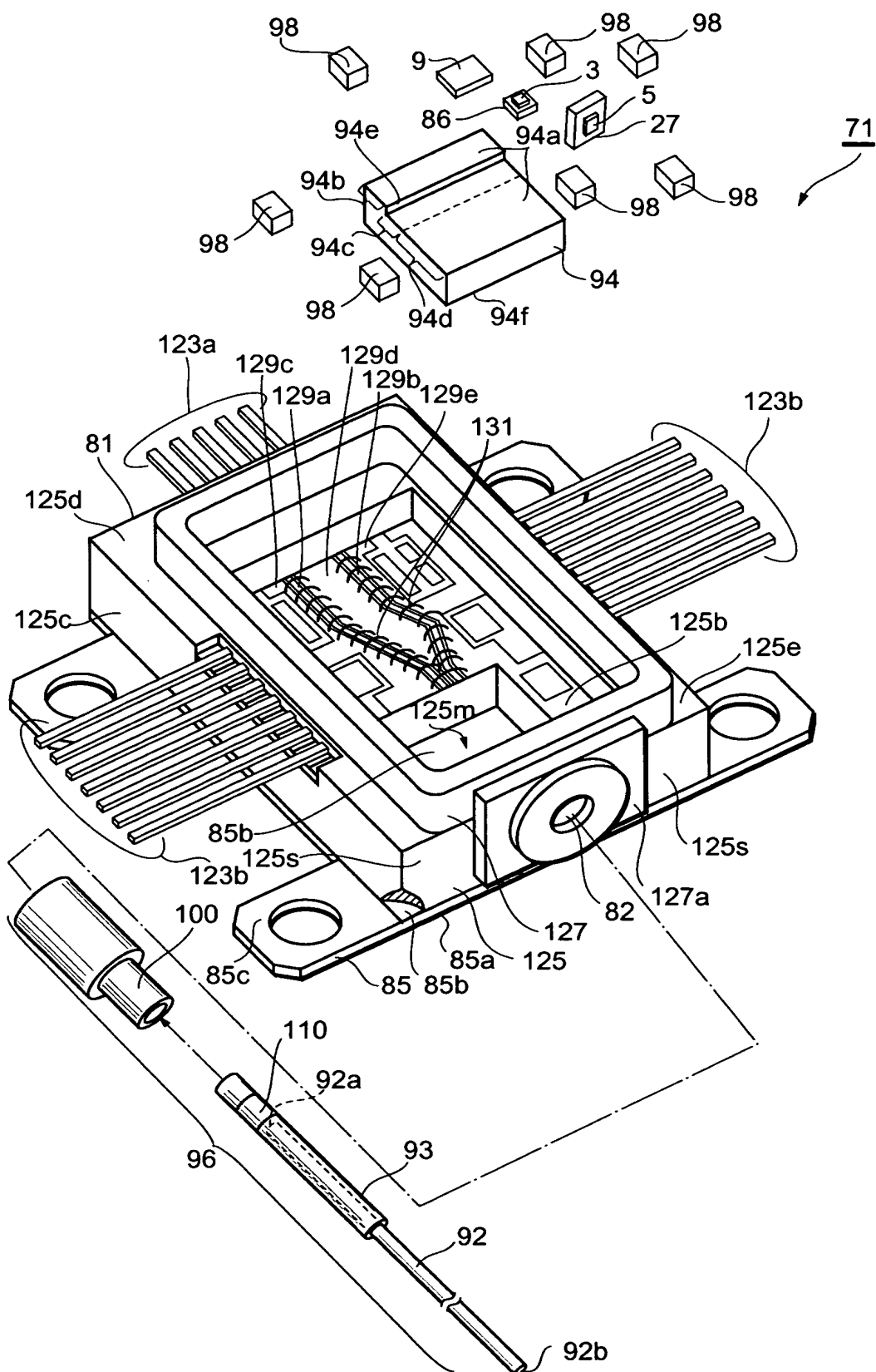
【図 3】



【図 4】

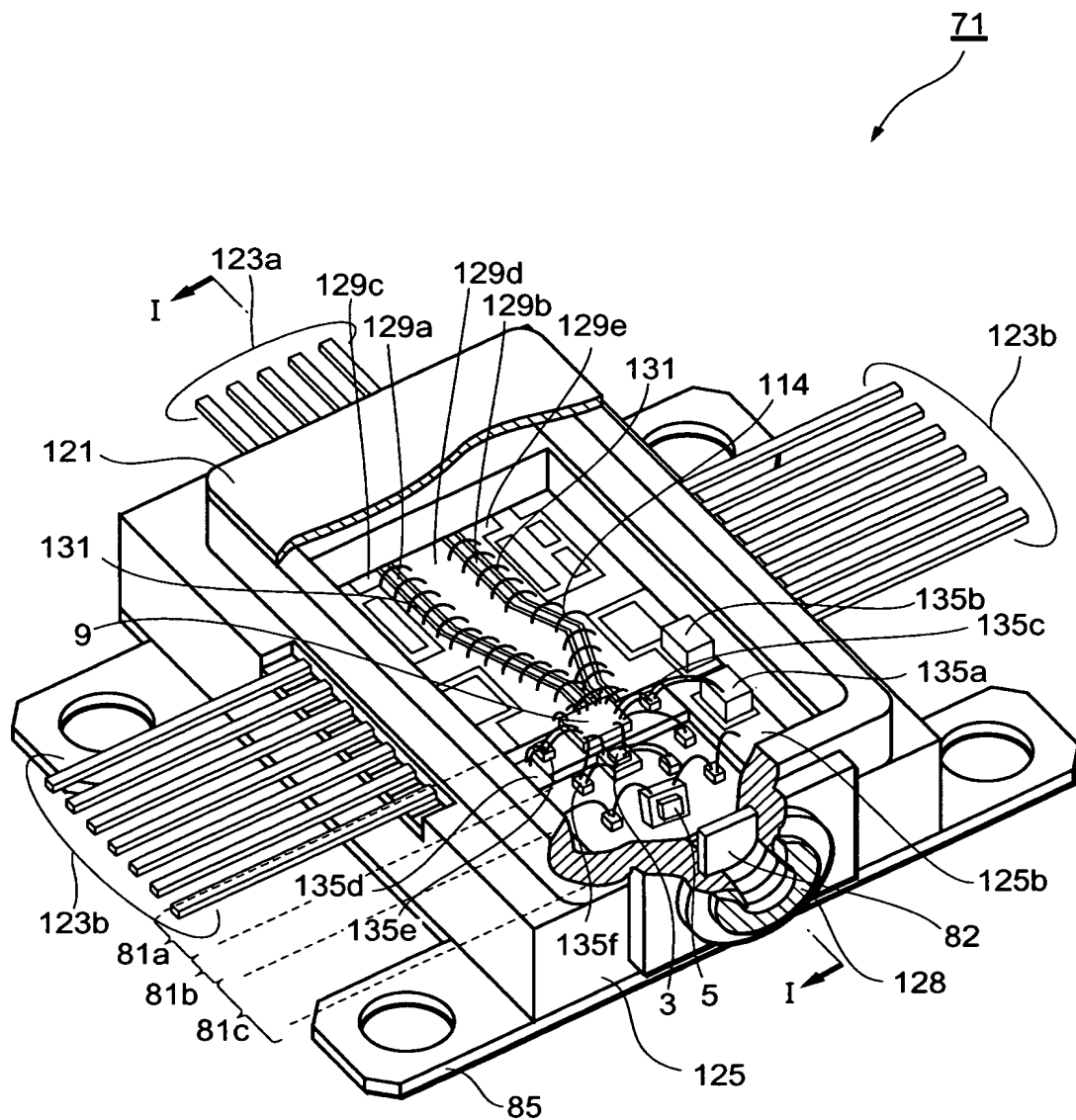


【図 5】

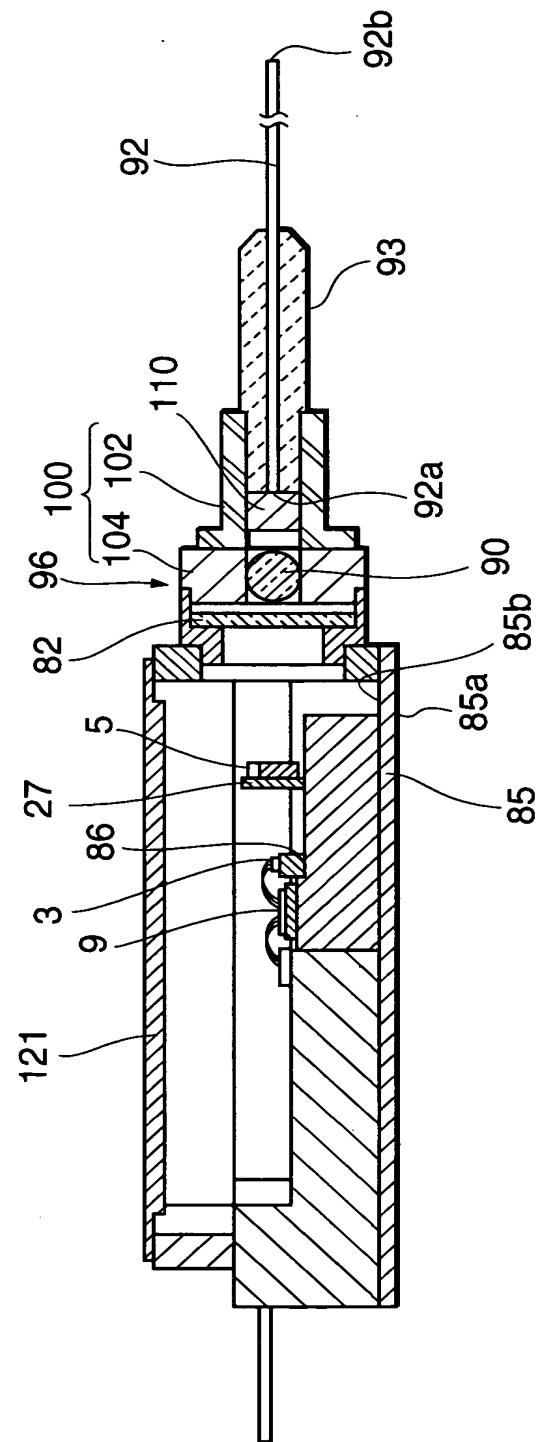




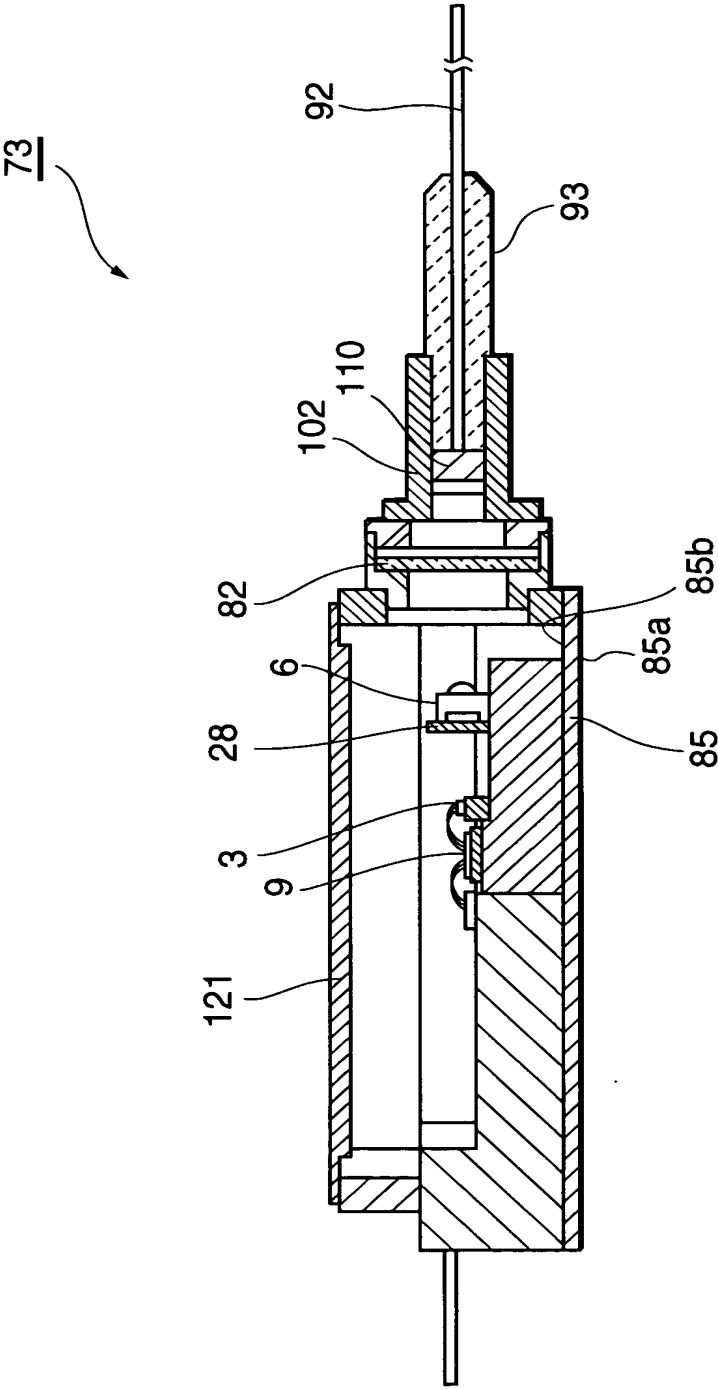
【図 6】



【図 7】

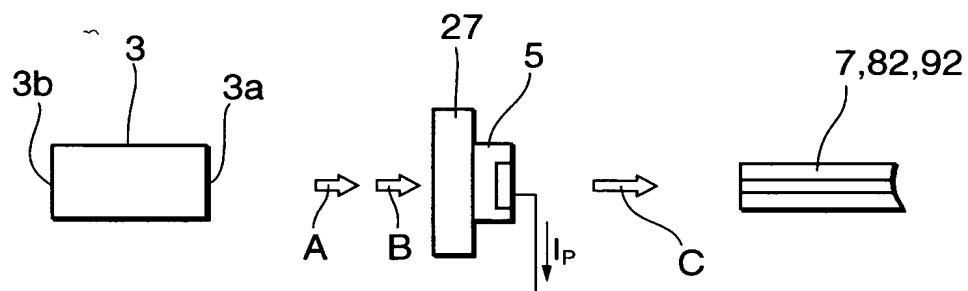


【図 8】

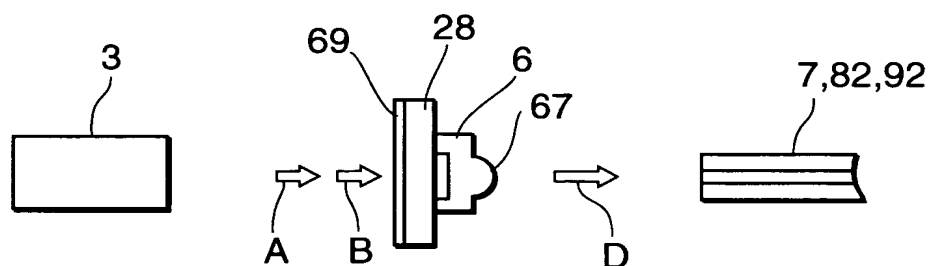


【図 9】

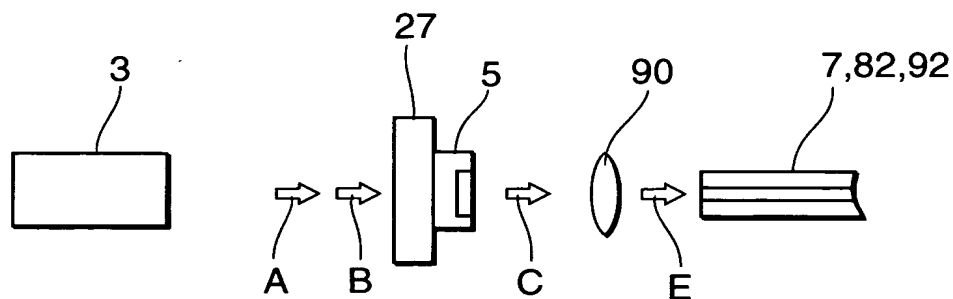
(A)



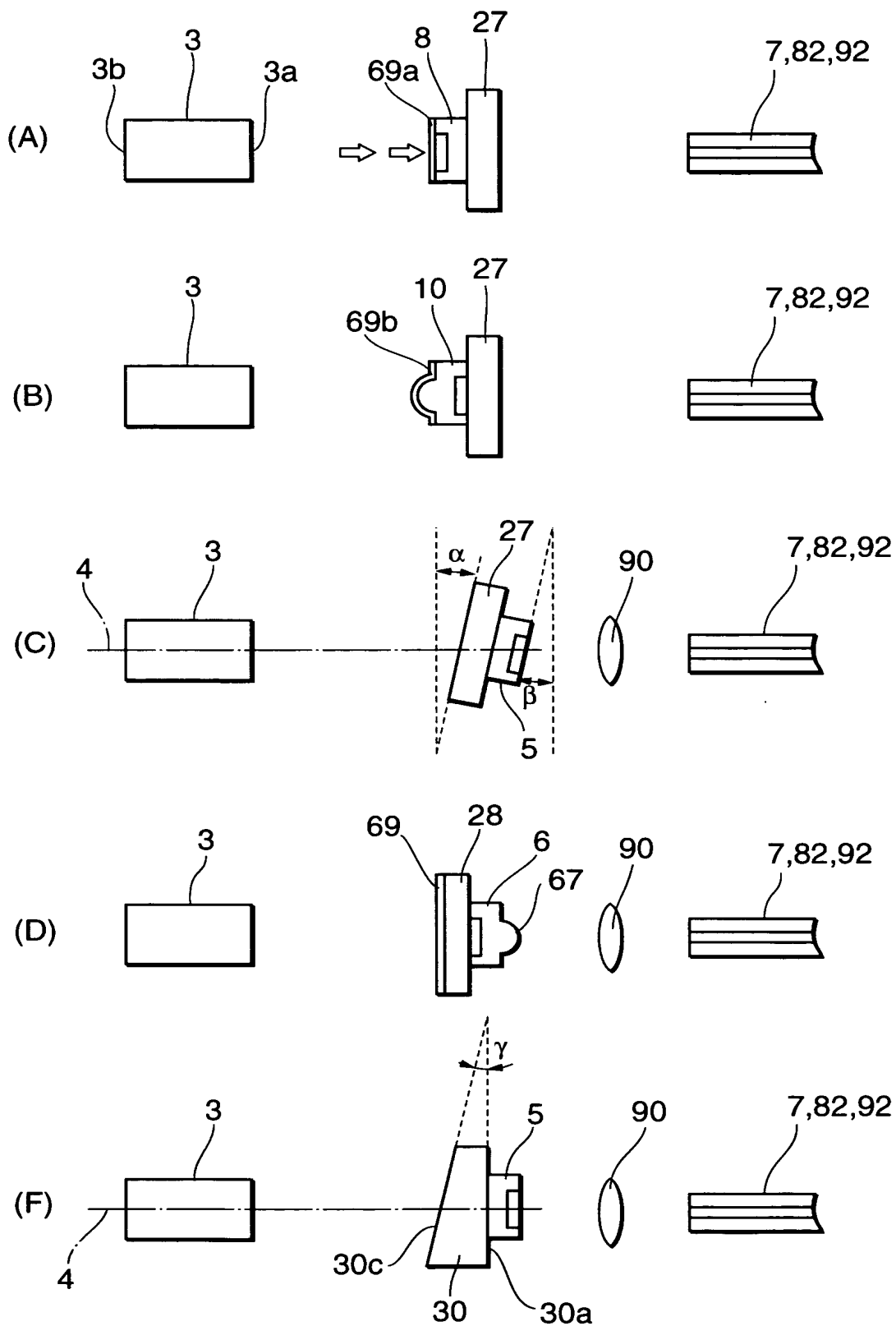
(B)



(C)



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体発光デバイスをモニタする半導体受光デバイスから適切な量のモニタ電流を得ることができる光モジュールを提供する。

【解決手段】 光モジュール 1 は、半導体発光デバイス 3 と、半導体受光デバイス 5 と、光ファイバ 7 と、駆動素子 9 とを備える。半導体発光デバイス 3 は、第 1 の面 3 a 及び第 2 の面 3 b を有する。第 1 の面 3 a の反射率は第 2 の面 3 b の反射率より小さい。半導体受光デバイス 5 は、光入射面 5 a 及び光出射面 5 b を有する。光入射面 5 a は、半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3 a に光学的に結合されている。光出射面 5 b は、光入射面 5 a に入射した光が出射する。光ファイバ 7 は、半導体受光デバイス 5 を介して半導体発光デバイス 3 の第 1 の面 3 a からの光を受ける。駆動素子 9 は、半導体発光デバイス 3 を駆動する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 1 6 2 9 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 1 3 0 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号

氏 名

住友電気工業株式会社